

油菜花丝枯萎机理的探讨*

杨世雄¹, 周善滋²

(1 中国科学院昆明植物研究所, 云南 昆明 650204; 2 湖南师范大学生命科学院, 湖南 长沙 410081)

摘要: 油菜 (*Brassica napus* L.) 花丝的输水系统由螺旋以及少量的环纹导管和管胞组成, 它们随花丝的伸长而被拉长直至拉断。统计结果显示, 花开放后, 大量的导管和管胞被拉断。输水组织的断裂终止了连续水柱的形成, 使水分运输的重要动力——蒸腾拉力和内聚力不能发挥作用, 引起了花丝组织的供水不足, 在蒸腾失水不断加剧的外部因素的相互作用下, 最终导致了花丝的枯萎。

关键词: 油菜; 花丝; 枯萎机理

中图分类号: Q 945 文献标识码: A 文章编号: 0253-2700(2002)03-0383-04

Approach to the Withering Mechanism of Rape Filaments

YANG Shi-Xiong¹, ZHOU Shan-Zi²

(1 Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China;

2 College of Life Science, Hunan Normal University, Changsha 410081, China)

Abstract: Withering mechanism in rape filaments was detected in this note by anatomical method. The result showed that the water transport was conducted by spiral, with few annular, vessels and tracheids, which were elongated and broken as the extension of filaments. Statistical analysis revealed that the greater part of the vessels and tracheids in filaments were broken after bloom, and resulted in the breaking of the continuous water column in the transport tissue and made the main powers (transpiration pull and coherence) for water transport ineffective. In consequences, the filaments could not get enough water, finally resulting in the perishing of filaments.

Key words: *Brassica napus*; Filament; Withering mechanism

植物的花在开放一段时间后其花丝、花瓣或其它的组成部分通常都会以枯萎凋谢而告终。枯萎的表面原因很简单, 是由于组织的失水, 但失水的具体过程怎样呢? 笔者就普遍栽培的油菜 (*Brassica napus* L.) 花丝的枯萎机理进行了探讨, 具体的思路和方法是对花丝维管束中构成输水系统的导管和管胞形态结构的一系列变化进行了重点观察, 现将观察结果报道于后。

* 基金项目: 云南省应用基础研究基金 (97C039Q) 中国科学院生物分类与区系特别支持项目和中科院“百人计划”(郭勤峰)

收稿日期: 2001-07-24, 2001-10-09 接受发表

作者简介: 杨世雄 (1963-) 男, 植物学博士, 主要从事植物分类学和植物地理学研究。

1 材料和方法

实验材料采自湖南师范大学生命科学院附近的农田，通过对花朵挂牌的方法确定花丝枯萎的时间后，分花蕾、吐蕾、开花当天、花后 1 天、花后 2 天和花后 3 天 6 个时间段进行取材，将不同时期的花朵浸泡在 FAA 固定液中，剥出花丝，依次通过乙醇系列脱水，二甲苯透明和龙胆紫染色，进行常规石蜡包埋、切片（纵切），片厚 10 ~ 15 μm ，Olympus 光学显微镜下观察、测量、统计和照相。

2 结果

2.1 花丝长度的变化

通过对每个取材时段各 100 根花丝的长度测量得出，上述 6 个取材时段花丝的平均长度依次为 0.15 cm，0.32 cm，0.57 cm，0.60 cm，0.65 cm 和 0.63 cm（表 1；图 2），开花当天花丝伸长的幅度最大，几乎为花蕾期的 4 倍，通常在开花后的第 3 天开始枯萎脱落，因此，此时间段的花丝长度较前一时间段的花丝略短。

2.2 输水系统的变化

油菜花丝的输水系统主要由螺纹导管（图 1:1，2）或管胞（图 1:3）组成，偶见环纹的导管或管胞，在花丝伸长的过程中，导管和管胞被逐渐拉长直至被拉断。为了反映拉长和拉断的具体情况，笔者将之划分为未拉长、拉长 I、拉长 II、拉长 III 和拉断等 5 个等级（图 1:1，2，拉长 I–III 划分的依据是相邻的螺纹或环纹之间的距离与输水分子直径之比率， <1 为拉长 I， $=1$ 为拉长 II， >1 为拉长 III），并对每个时间段的花丝中的导管或管胞按这 5 个等级分别进行计数，每个时间段各统计 25 条花丝，统计部位均为花丝的中部，统计结果见表 1。结果显示，随着开花过程的推移，花丝中未被拉伸的导管和管胞急剧减少，开花当天已找不到未被拉伸的例子；反之，导管和管胞被拉断的比例逐渐增加，开花当天增加的幅度最大，花后第 2 天已有半数以上的输水组织被拉断。

表 1 油菜花丝中输水组织拉长和拉断情况统计

Table 1 Statistics to the stretch of vessels and tracheids in rape filaments

开花时期	输水分子拉长情况（数目/百分比）					花丝平均 长度（cm）
	未拉长	拉长 I	拉长 II	拉长 III	拉断	
花蕾	175/43.32	93/23.02	69/17.08	46/11.39	22/5.45	0.15
吐蕾	129/26.88	116/24.12	74/15.42	82/17.08	79/16.46	0.32
开花当天	0/0.00	89/16.12	132/23.91	97/17.57	234/42.3	0.57
花后 1 天	0/0.00	13/2.96	82/18.68	134/30.52	210/47.84	0.60
花后 2 天	0/0.00	1/0.21	68/9.92	140/28.93	275/56.82	0.65
花后 3 天	0/0.00	0/0.00	39/9.47	128/31.07	245/59.47	0.63

3 讨论

图 2 为根据表 1 的数据绘制的花丝及其输水组织在开花过程中的动态变化图。图表显示，导管和管胞的拉长程度与花丝的伸长成正相关，可以断定，导管和管胞的拉长乃至拉断是由于花丝的伸长造成的，而输水组织的断裂正是花丝枯萎的内因。

水分在植物体内运输的动力有三：根压、内聚力和蒸腾拉力。其中内聚力和蒸腾拉力尤为重要，但这两种力必须在输水组织中的水呈一连续的水柱时才对水分的运输起作用（潘瑞炽和董愚得，1979）。在输水组织完整的情况下，导管和管胞内的水分由于水分子间

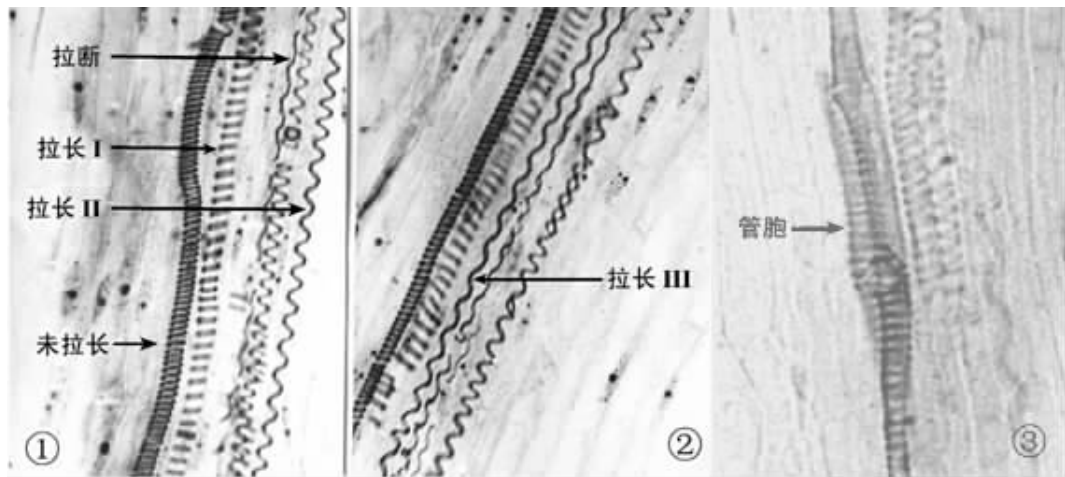


图 1 油菜花丝的纵切，示导管和管胞被拉伸的情况

Fig. 1 Longitudinal section of rape filaments ,showing the stretch of vessels and tracheids

的内聚力及水分子与导管和管胞壁间的附着力，呈一连续水柱状态，蒸腾拉力可以通过连续的水柱传到根部，把水抽上来。如果输水组织断裂，连续水柱则不复存在，蒸腾拉力不能传到根部，水分抽不上来，从而导致花丝组织的供水不足。与此同时，蒸腾作用照样进行，水分的蒸腾量不仅不会减小，反之，由于花的各个组成部分在开花过程中的快速生长导致表面积的增加而加大了蒸腾失水的量。内在的供水不足和外在的蒸腾失水的相互作用，必将造成花丝细胞失水，最终导致花丝的枯萎。此外，导管和管胞在花丝内还担负着支持的功能，它们的断裂在导致输水功能丧失的同时也失去了支持的功能，这也是花丝枯萎的另一个因素。

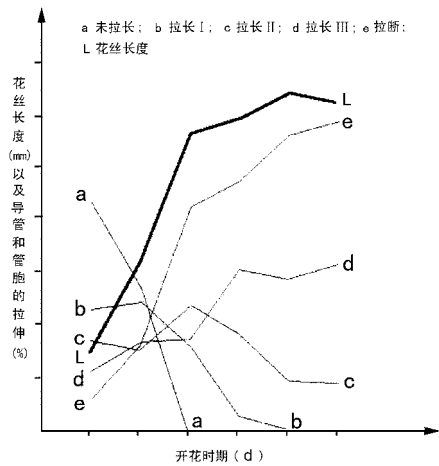


图 2 花丝及输水组织在开花过程中的动态变化

Fig. 2 Dynamic change in filament and its water transport tissues during bloom

花蕾期和吐蕾期的花丝由于伸长比较缓慢，输水组织拉断的比例不大，且花丝外面还有花萼和花冠保护以减少蒸腾失水，所以，不会发生枯萎。花朵开放后，由于花丝的快速伸长，所有的输水组织都被拉长，拉断的比例剧增，花丝的伸长主要是居间生长的结果，拉断的输水组织得不到补充，花丝细胞的失水量将大大增加。不过，由于原生质体中的水分是以胶体状态存在的，不会在短时间内把大部分水分失去，也就是说水分的大量丧失是有一个过程的，所以，花后 1 至 2 天内花丝尚不至于枯萎。但随着开花进程的继续，输水组织拉断的比例不断增加，花丝组织蒸腾失水的量也越来越多，当失水量达到一定的程度时，花丝就会由于失水过多而发生枯萎。总之，随着开花的进程、输水组织的拉断

和蒸腾失水等这几个量的增加,最后导致了花丝枯萎这一质的变化。

花丝中的输水系统主要由螺旋纹和环纹导管或管胞组成,在显花植物中可能具有一定的普遍性。因为这两种类型的导管和管胞的木质化程度较其它几种类型(梯纹、网纹和孔纹)的导管和管胞低,具有一定的伸缩性,适合花丝的快速伸长。

〔参 考 文 献〕

- 伊稍 K (李正理译), 1982. 种子植物解剖学 (第 2 版) [M]. 上海: 上海科学技术出版社
- 李正理, 1987. 植物制片技术 (第 2 版) [M]. 北京: 科学出版社
- 芮菊生, 杜懋琴, 陈海明等, 1980. 组织切片技术 [M]. 北京: 人民教育出版社
- 周善滋, 2001. 花药开裂的结构机理 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社
- 潘瑞炽, 董愚得, 1979. 植物生理学 [M]. 北京: 人民教育出版社
- Liang HX (梁汉兴), Zhang XL (张香兰), 1986. Floral anatomy of *Tetradoxa omeiensis* [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), 8 (4): 436—440
- Liang HX (梁汉兴), 1997a. A comparative study of the floral vasculature in Adoxaceae [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), 19 (3): 260—264
- Liang HX (梁汉兴), 1997b. Variation partterns of floral morphology and its systematic significance in Adoxaceae [J]. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究), 19 (4): 375—380
- Metcalfe CR, Chalk L, 1950. Anatomy of the dicotylendons [M]. 2vols. Oxford: Clarendo Press
- Zhou SZ (周善滋), 1984. The structure mechanism of the anther dehiscing in *Brassica napus* L. and other crops [J]. *Journal of Hunan Teachers Collage (Natural Science Edition)* (湖南师范学院学报 (自然科学版)), (1): 65—73
- Zhou SZ (周善滋), 1998. The structure mechanism of the anther dehiscing in *Brassica napus* L. and other crops (II) [J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Normalis Hunanensis* (湖南师范大学自然科学学报), (1): 81—84